

**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN INJEKTOR  
PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT SUCCES MARLINA XXXIII**



**SEPTIAN ADI SAPUTRA**

**NIT : 15.32.150**

**TEKNIKA**

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN**

**POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR**

**TAHUN 2022**

**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN INJEKTOR  
PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT SUCCES MARLINA XXXIII**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan  
Diploma IV PELAYARAN

Program Studi Teknika

Disusun dan Diajukan Oleh

SEPTIAN ADI SAPUTRA

15.32.150

**PROGRAM PENDIDIKAN DIPLOMA IV PELAYARAN  
POLITEKNIK ILMU PELAYARAN MAKASSAR  
TAHUN 2022**

SKRIPSI  
**ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN PADA  
MESIN INDUK DI KAPAL MT.SUCCES MARLINA 33**

Disusun dan Diajukan oleh:

**SEPTIAN ADI SAPUTRA**  
NIT. 15.32.150


Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian  
Skripsi

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II

  
**YULIANTO, S.T., M.Mar.E.**

  
**MAHADIR SIRMAN, S.T., M.T.**  
NIP.19820527 200812 1 002

Mengetahui:

a.n. Direktur  
Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar  
Pembantu Direktur I

Ketua Program Studi Teknika

  
**Capt. Hadi Setiawan, M.T., M.Mar.**  
NIP. 19751224 199808 1 001

  
**Abdul Basir, M.T., M.Mar.E**  
NIP. 19681231 199808 1 001

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Skripsi ini disusun guna memenuhi persyaratan bagi taruna jurusan teknika dalam memenuhi persyaratan pasca prala pada program Diploma IV di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Berkat bantuan dan bimbingan yang diberikan oleh berbagai pihak kepada penulis, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Capt. Sukirno, M.M.Tr.,M.Mar. selaku Direktur Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.
2. Bapak Abdul Basir,M.T.,M.Mar.E. selaku Ketua Program Studi Teknika.
3. Bapak Yulianto,S,T.,M.Mar.E. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, dorongan, dari awal hingga selesainya skripsi ini.
4. Bapak Mahadir Sirman, S.T.,MT selaku pembimbing II yang telah memberikan petunjuk, bimbingan, dorongan, dari awal hingga selesainya skripsil ini.
5. Kedua Orang Tua dan keluarga tercinta yang telah memberikan doa dan dorongan serta bantuan moril dan materi, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Seluruh rekan-rekan taruna-taruni pip Makassar yang telah memberikan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, semoga Tuhan Yang Maha Pengasih memberikan balasan, bimbingan serta petunjuk-Nya, dan semoga pula skripsi ini dapat memberikan manfaat atau sumbangan pemikiran kepada para pembaca.

Makassar, 1 Juli 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Septian Adi Saputra', written in a cursive style.

SEPTIAN ADI SAPUTRA

15.32.150

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya : SEPTIAN ADI SAPUTRA

Nomor Induk Taruna : 15.32.150

Jurusan : Teknika

Menyatakan Bahwa Skripsi dengan judul : **“ANALISIS Kurang Optimalnya Pengabutan Injektor Pada Mesin Induk Di kapal MT. Succes Marlina XXXIII”**.Merupakan karya asli. Seluruh ide yang ada dalam skripsi ini, kecuali tema dan saya nyatakan sebagai kutipan, merupakan ide yang saya susun sendiri.

Jika pernyataan diatas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang di tetapkan oleh Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar.

Makassar, 1 Juli 2022



SEPTIAN ADI SAPUTRA

15.32.150

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya : SEPTIAN ADI SAPUTRA

Nomor Induk Taruna : 15.32.150

Jurusan : Teknika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**ANALISIS Kurang Optimalnya Pengabutan Injektor Pada Mesin Induk Di kapal MT. Succes Marlina XXXIII.**

Bahwa seluruh isi, kutipan, data dan sumber-sumber lain betul asli dan bebas dari plagiat.

Bila pernyataan diatas terbukti mengandung plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi berupa aturan pendidikan yang ditetapkan secara nasional yang dikeluarkan oleh institusi PIP makassar.

Makassar, 1 Juli 2022



SEPTIAN ADI SAPUTRA

15.32.150

## INTISARI

SEPTIAN ADI SAPUTRA, 2022. ANALISIS KURANG OPTIMALNYA PENGABUTAN INJEKTOR PADA MESIN INDUK DI KAPAL MT SUCCES MARLINA XXXIII, (Dibimbing oleh Yulianto dan Mahadir Sirman).

Injektor merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang pembakaran dalam bentuk kabut dengan bantuan pompa tekanan tinggi yang disebut bosch pump, bosch pump ini yang akan menekan bahan bakar ke dalam injektor dengan tekanan tinggi, sehingga bahan bakar terdesak dan keluar melalui lubang injektor yang berukuran kecil sehingga keluar dalam bentuk kabut. Pengabutan yang baik akan menghasilkan proses pembakaran yang baik pula, tetapi jika proses pengabutan injektor tidak baik, maka proses pembakaran berlangsung secara tidak baik pula. Apabila hal ini terjadi maka akan menimbulkan suhu dari gas buang meningkat.

Penelitian ini dilakukan di MT SUCCES MARIINA XXXIII milik perusahaan Pelayaran PT. SOECHI LINES Tbk , selama kurang lebih satu tahun. Sumber data yang diperoleh adalah data yang diperoleh langsung dari tempat penelitian secara observasi dan wawancara langsung dengan *chief engineer* dan para masinis di kapal serta dengan metode kepustakaan yakni literatur-literatur yang berkaitan dengan judul skripsi.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa tidak bekerjanya injektor dengan baik akan mempengaruhi suhu gas buang dari mesin induk, selain itu hal ini juga dapat menimbulkan daya kerja dari mesin akan menurun serta adanya bunga api keluar dari cerobong, hal ini apabila dibiarkan terus-menerus maka akan menimbulkan kerusakan yang fatal pada mesin. Maka dari itu untuk mencegah hal ini perlu diadakan perawatan yang



baik dan teratur sesuai dengan jam kerja yang ada pada buku pedoman di atas kapal.

Kata kunci: Mesin *Diesel*, Injektor, Gas Buang, Bahan Bakar

## ABSTRACT

SEPTIAN ADI SAPUTRA, 2022. ANALYSIS LOW PERFORMANCE OF FOAMING INJECTOR FOR DIESEL MAIN ENGINE IN SHIP MT SUCCES MARLINA XXXII (Supervised by Yulianto and Mahadir Sirman).

Injection is the tool which fertilizer of fuel oil in combustion space in gas form with aim high press pump which is called bosch pump. The bosch pump which pressing the fuel oil in injection with high press so the fuel oil regent so out through injection lobe which small size so out in the gas form, occurred the gas which good so the combustion process in the combustion space would occurred in good too but when the gas process from injection not good so the combustion process bad current, when this case incurrent. When this case occurred so would the exhaust gas would increase.

This research is applied in MT SUCCES MARLINA XXXIII owner the maritime company SOECHI LINES (limited), during one year namely. The data source is taken from data which obtaining in direct from the research located, observation method and direct interview live with the Chief Engineer, and the other engineer in ship and with the library method namely literatures which related with the title of this script.

The result which is taken from this research showing that the injector can not to active with good, would to affected the exhaust gas from the main engine, beside that this case also can rising the power of work on machine would reduce and there are the flash out from funnel, this case when let in continue so would rising the damage which fatal on machine. So from that overcome this case required available of good maintenance and regular suitable with the job time which available in the Instruction Manual Book on the ship

Keywords: Diesel Engine, Injectors, Exhaust Gas, Fuel Oil.

## DAFTAR ISI

HAIAMAN JUDUL	i
HAIAMAN PENGESAHAN	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
KATA PENGANTAR	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	vii
INTISARI	viii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I	1
PENDAHUIUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan masalah	2
C. Batasan masalah	2
D. Tujuan Dan Kegunaan Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Definisi injektor	4
B. Cara Kerja Injektor	4
C. Jenis-Jenis Nozzle	5
D. Metode Penyemprotan Bahan Bakar.	7
E. Persyaratan Yang Harus Dipenuhi Oleh Sistem Injeksi	9
F. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder	11
G. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna	15
H. Sistem Pemasukan Bahan Bakar	20
I. Kondisi Nozzle Injektor	22
J. Kerangka Pikir	24
K. Hipotesis	25

BAB III	26
METODE PENELITIAN	26
A.    Tempat Dan Waktu Penelitian	26
B.    Metode Pengumpulan Data	26
C.    Jenis Dan Sumber Data	27
D.    Metode Analisis	27
E.    Jadwal Penelitian	28
BAB IV	29
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	29
A.    Data Hasil penelitian	29
B.    Analisa	37
C.    Pembahasan	40
BAB V	42
PENUTUP	42
A.    Kesimpulan	42
B.    Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN - LAMPIRAN	45
RIWAYAT HIDUP	47

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 menguraikan jadwal pelaksanaan penelitian yang akan peneliti laksanakan di atas kapal.	28
Tabel 4. 1 Data injektor yang normal setiap silinder pada mesin induk	30
Tabel 4. 2 Kondisi Tidak Normalnya Gas Buang Mesin Induk	31
Tabel 4. 3 Kondisi injektor pada silinder no. 3 yang tersumbat	32
Tabel 4. 4 Kondisi injektor setelah dilakukan perbaikan	33
Tabel 4. 5 Temperatur gas buang tiap silinder pada mesin induk setelah dilakukan perbaikan pada tanggal 10 November 2020	33
Tabel 4. 6 Temperatur gas buang pada mesin induk	34
Tabel 4. 6 Temperatur gas buang pada mesin induk	35
Tabel 4. 7 Kondisi injektor mesin induk pada silinder no.3 yang bahan bakarnya menetes	35
Tabel 4. 8 Kondisi injektor setelah dilakukan perbaikan	36
Tabel 4. 9 Temperatur gas buang pada mesin induk setelah dilakukan perbaikan pada tanggal 11 November 2020	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Single hole type dan multiple hole type	5
Gambar 2. 2 Sistem Penginjeksian Bahan Bakar	7
Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Mesin <i>Diese</i> / 4 Tak	17
Gambar 2. 4 langkah Kerja Mesin 2(dua) tak	19
Gambar 4. 1 Terdapatnya tumpukan karbon dari sisa pembakaran motor diesel	32
Gambar 4. 2 Membongkar bagian bagian injektor	36
Gambar 4. 1 Terdapatnya tumpukan karbon dari sisa pembakaran motor diesel	32
Gambar 4. 2 Membongkar bagian bagian injektor	36

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penulis Memperbaiki injektor .....	45
Lampiran 2 Penulis mengetes tekanan injektor .....	45
Lampiran 3 Manual book injektor.....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Penulis menyatakan bahwa berfungsinya mesin terutama mesin induk kapal harus dibantu dengan perbaikan proses pengoperasian setiap bagian atau komponen mesin induk agar dapat bekerja sesuai fungsinya masing-masing. Saya mengerti. Salah satu komponen tersebut adalah injektor.

Fungsi injektor adalah untuk menyembrotkan bahan bakar yang disemprotkan ke dalam silinder oleh hidung injektor. Injektor ini berperan sangat penting dalam menunjang proses pembakaran mesin diesel. Jika injektor tidak bekerja dengan baik, mesin tidak akan bekerja dengan baik, knalpot akan mengeluarkan asap dan efisiensi bahan bakar akan terpengaruh. Dalam hal ini, bahan bakar juga mempengaruhi kinerja injektor.

Tujuan utama dari sistem bahan bakar mesin adalah untuk menjadi bersih dan bebas uap. Sudah diketahui bahwa tangki bahan bakar tidak selalu bersih, sehingga beberapa bahan bakar dapat bercampur dengan uap yang mengandung karat dan kontaminan lainnya. Oleh karena itu, bahan bakar harus mengalir ke tangki pengendapan dua bagian. Dengan begitu Anda bisa tetap menggunakan pemukim lainnya agar tidak merusak motor utama saat membersihkan satu pemukim.

Berdasarkan kejadian tersebut di atas, maka penulis menuangkan permasalahan tersebut dalam bentuk skripsi atau karya ilmiah dengan suatu permasalahan dan penanganan masalah sesuai dengan pengalaman yang penulis dapatkan selama melakukan praktek di kapal,



serta pendidikan yang didapat di Politeknik Ilmu PEIAYARAN Makassar dengan judul “ANAIISIS KURANG OPTIMAINYA PENGABUTAN INJEKTOR PADA MESIN INDUK DI KAPAI”.

Sebagai calon ahli mesin kapal dituntut, selain tanggap dalam tanggung jawab juga mampu dalam hal keterampilan untuk mengambil tindakan jika terjadi hal-hal yang dapat mengganggu proses pengoperasian mesin induk, seperti pada kejadian tersebut di atas. Dari masalah tersebut maka perlu dilakukan suatu penanganan terhadap permasalahan yang terjadi pada injektor.

#### **B. Rumusan masalah**

Berdasarkan kejadian pada latar belakang di atas maka yang menjadi rumusan masalahnya adalah faktor-faktor apa yang menyebabkan pengabutan injektor ke mesin induk menjadi kurang optimal?

#### **C. Batasan masalah**

Supaya permasalahan di atas tidak terlalu meluas, maka Penulis memberikan batasan terhadap permasalahan tersebut hanya pada kurang optimalnya pengabutan bahan bakar dari injektor ke mesin induk, khususnya pada nozzle injektor.

## **D. Tujuan Dan Kegunaan Penelitian**

### 1. Tujuan

- a) Untuk mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan pengabutan bahan bakar dari injektor ke mesin induk menjadi kurang optimal.
- b) Untuk mengetahui faktor-faktor apa yang mempengaruhi injektor tidak bekerja dengan baik.

### 2. Kegunaan penelitian

- a. Sebagai bahan pengetahuan bagi para masinis supaya lebih mengetahui secara dini apabila mendapat gangguan atau kerusakan pada injektor agar segera diatasi, sehingga tidak mengganggu proses pelayaran.
- b. Untuk memberikan gambaran atau bahan masukan bagi para pembaca mengenai penanganan dan perawatan injektor, sehingga pada saat bekerja di atas kapal dapat dengan mudah melaksanakan atau menangani masalah jika terjadi gangguan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Definisi injektor**

Injektor adalah penyemprot bahan bakar diesel yang isinya terdiri dari beberapa komponen salah satu diantaranya adalah plunyer yang berfungsi sebagai katup pengatur bahan bakar keluar untuk dikabutkan ke ruang pembakaran. Injektor juga merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam mendukung proses pengabutan bahan bakar di dalam silinder. Untuk itu, kondisi dari *nozzle* injektor harus dijaga supaya tetap bekerja dengan baik, agar kelangsungan dari pengoperasian mesin induk berjalan dengan lancar.

#### **B. Cara Kerja Injektor**

Menurut Suyanto (2002), Injektor bekerja untuk melumat bahan bakar yang disuplai oleh pompa injeksi di bawah tekanan tinggi dan menyediakan energi untuk distribusi, distribusi dan penetrasi bahan bakar. Oleh karena itu, injektor membantu menyemprotkan bahan bakar ke dalam ruang bakar agar pembakaran sempurna dalam waktu singkat.

Ketika bahan bakar menyebar di udara panas, bahan bakar menguap dan membentuk gas, yang kemudian berubah menjadi gas dan terbakar. Pembakaran bahan bakar menghasilkan banyak panas, menghasilkan tekanan yang sangat tinggi.

Cara kerja dari injektor ada 3 sistem yaitu:

1. Sebelum penginjeksian bahan bakar

Bahan bakar bertekanan tinggi mengalir dari pompa injeksi melalui saluran minyak (*Fuel Duct*) pada *nozzle holder* menuju *oil pool* pada bagian bawah *nozzle body*.

2. Penginjeksian bahan bakar

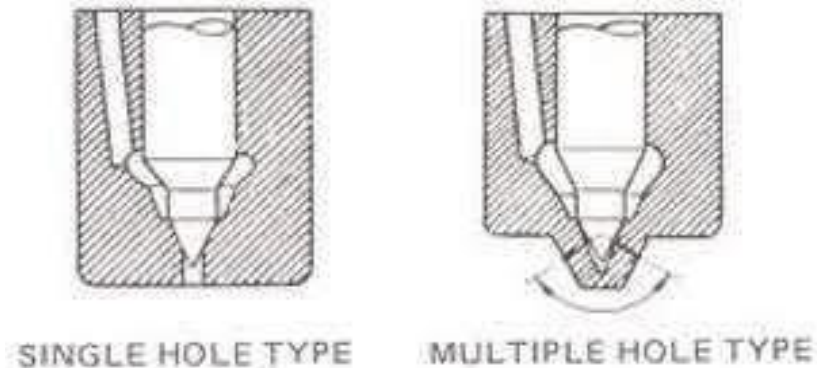
Bila tekanan bahan bakar pada *oil pool* naik, dan tekanan ini melebihi kekuatan pegas, maka jarum pengabut (*nozzle Needle*) akan terdorong ke atas oleh tekanan bahan bakar dan jarum pengabut terlepas dari dudukannya pada *nozzle body* sehingga terjadi penyemprotan bahan bakar ke ruang bakar dalam silinder mesin.

3. Akhir penginjeksian bahan bakar

Bila pompa injeksi berhenti mengalirkan bahan bakar, maka tekanan bahan bakar turun dan tekanan pegas mengembalikan jarum pengabut (*Nozzle Needle*) ke posisi semula, sehingga menutup saluran bahan bakar.

### C. Jenis-Jenis Nozzle

Gambar 2. 1 Single hole type dan multiple hole type



Sumber : Jurnal *INJECTOR (NOZZIE) DIESEI*,2019

Menurut V.I.Maleev (1991), *nozzle* dibedakan atas 2 jenis yaitu :

1. Nozzle jenis terbuka :

Jenis nozzle terbuka merupakan jenis nozzle penyemprot sederhana dengan katup searah yang mencegah gas tekanan tinggi dalam silinder mesin agar tidak melintas ke pompa. Nozzle ini sangat sederhana tetapi tidak memberikan pengabutan terlalu baik dan tidak umum digunakan.

2. Nozzle jenis tertutup

Nozzle jenis ini lebih umum digunakan. Pada dasarnya nozzle ini merupakan katup jarum yang dioperasikan secara hidrolis dan dibebani pegas. Nozzle tertutup pada umumnya terbuka kedalam dengan tekanan yang bekerja adalah luasan diferensial dari katup jarum-yang merupakan silinder yang ditumpangkan masuk dengan badannya, dan didudukkan oleh pegas-ketika tekanan diputuskan.

Terdapat 2 (dua) jenis utama dari nozzle ini, yaitu :

a) Nozzle jenis pintel (*pintle*)

Diameter pintel hanya sedikit lebih kecil daripada lubangnya dan bahan bakar yang dialirkan oleh nozzle semacam ini harus melintasi orifis berbentuk cincin sempit. Semprotannya dalam bentuk kerucut berongga yang sudut luarnya sebesar 60 derajat, dengan pemilihan ukuran tertentu. Ciri yang berguna dari nozzle pintel adalah sifat membersihkan sendiri, yang mencegah pembentukan endapan karbon didalam dan sekitar orifis.

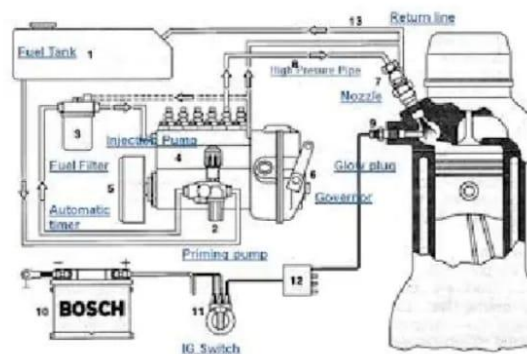
b) Nozzle jenis lubang

Dalam nozzle jenis lubang terdapat satu orifis semprot atau beberapa orifis. Bentuk lubang lurus, bulat yang digurdi menembus pucuk badan nozzle di bawah dudukan katup. Semprotan dari nozzle lubang tunggal relatif lebih padat dan

mempunyai penyusupan lebih besar. Pola semprotan yang umum dari nozzle lubang jamak, yang mungkin simetris mungkin tidak ditentukan oleh jumlah, ukuran dan pengaturan dari lubang. Orifis yang digunakan diameternya dari 0,006 sampai 0,0025 in., dan jumlahnya dapat bervariasi dari tiga pada mesin kecil sampai delapan belas pada nozzle untuk mesin dengan lubang besar. Nozzle jenis lubang jamak pada umumnya digunakan dalam mesin dengan ruang bakar yang tidak terbagi.

#### D. Metode Penyemprotan Bahan Bakar.

Gambar 2. 2 Sistem Penginjeksian Bahan Bakar



Sumber:: Jurnal Cara Kerja dan Fungsi Komponen Pompa Injeksi Jenis *Inline* Pada Mesin *Diesel*,2018

Tahapan system pengabutan bahan bakar pada mesin diesel:

1. *Fuel Oil transfer pump* memompa bahan bakar dari *Double Bottom Tank* menuju *settling tank* bertujuan untuk mengendapkan bahan bakar agar partikel dan kotoran tidak ikut ke tahapan selanjutnya
2. Dari *Settling Tank* bahan bakar ditransfer menuju *Fuel oil Purifier* menggunakan *Fuel Oil Booster Pump* melewati *Fuel oil Heater* bertujuan untuk memisahkan *Sludge* dan air yang terkandung pada bahan bakar

3. Setelah melewati *purifier*, bahan bakar menuju *Service Tank* bahan bakar tersebut sudah bersih dari *Sludge* dan air.
4. Dari *Service Tank* bahan bakar menuju ke tiap-tiap mesin Diesel melewati *Flowmeter* dan *Fuel Oil Heater* dan ditransfer menggunakan *Fuel Oil Service Pump*.
5. Bahan bakar bertekanan tersebut menuju ke pompa injeksi bahan bakar pada tiap silinder
6. Bahan bakar yang bertekanan tersebut menuju ke injektor melewati *High Pressure Pipe*.
7. Bahan bakar dikabutkan dengan tekanan sangat tinggi yang berasal pada *Fuel Oil Injection Pump*

Menurut Van Maanen (1990), cara penyemprotan bahan bakar dan pembentukan campuran dikenal 2 sistem utama yaitu :

1. Penyemprotan Tidak langsung

Bahan bakar disuntikkan ke ruang pra-pembakaran yang terpisah dari ruang bakar utama. Ruang bakar menyumbang 25 atau 60% dari total volume ruang bakar. Pada sistem injeksi pre-chamber, bahan bakar diinjeksikan ke dalam chamber melalui alat penyemprot lubang tunggal (pump atomizer) dengan tekanan injeksi yang relatif rendah yaitu  $\pm 100$  bar. Tekanannya tidak bagus, tetapi dinding ruang induksi yang panas dapat menyebabkan bahan bakar menyala dengan cepat. Keuntungan penyemprotan tidak langsung adalah pengapian cepat mesin (short ignition delay) kurang sensitif terhadap kualitas bahan bakar. Tekanan pembakaran maksimum rendah, mesin bekerja dengan tenang dan alat penyemprot lubang tunggal dengan lubang semprotan yang relatif besar menghilangkan risiko penyumbatan. Kehilangan semprotan tidak langsung, di sisi lain, menyebabkan

efisiensi mesin yang lebih rendah karena kehilangan air dan panas di ruang masuk dan puser. Mesin sangat sulit untuk dihidupkan, jadi Anda harus menyalakannya dalam bentuk kumparan pijar atau sekering. Semprotan antecumber dan umbilical hanya digunakan pada mesin berkecepatan tinggi.

## 2. Penyemprotan langsung

Bahan bakar bertekanan tinggi (hingga 1000 bar untuk mesin kecepatan rendah dan hingga 1500 bar untuk mesin minyak bahan bakar berat kecepatan sedang) disuntikkan ke dalam ruang bakar yang tidak terbagi. Tergantung pada desain ruang bakar, hingga tiga alat penyemprot besar digunakan. Sistem penyemprotan langsung berlaku untuk semua mesin RPM rendah dan menengah dan sebagian besar mesin RPM tinggi.

## **E. Persyaratan Yang Harus Dipenuhi Oleh Sistem Injeksi**

Menurut Maleev (1991), ada 5 persyaratan utama yang harus dipenuhi oleh sistem injeksi yaitu :

### 1. Penakaran yang teliti dari minyak bahan bakar

Maksudnya bahwa banyaknya bahan bakar yang diberikan untuk tiap daur harus dalam kesesuaian dengan beban mesinnya dan jumlah yang tepat dari bahan bakar harus diberikan kepada tiap silinder, untuk setiap langkah daya mesin. Hanya dengan cara inilah mesin akan beroperasi pada kecepatan yang seragam.

### 2. Pengaturan waktu

Pengaturan waktu yang tepat berarti penting untuk memulai injeksi bahan bakar saat dibutuhkan untuk kinerja bahan bakar yang maksimal, penghematan bahan bakar yang baik, dan pembakaran yang sempurna. Jika bahan bakar disuntikkan di awal siklus, suhu pada saat itu akan terlalu tinggi dan pengapian akan terhambat.



Deselerasi yang terlalu banyak tidak hanya menyebabkan mesin berjalan tidak stabil dan berisik, tetapi juga dapat menyebabkan hilangnya bahan bakar karena redaman dinding silinder dan mahkota piston. Akibatnya, bahan bakar dan asap dalam gas buang terbuang sia-sia. Ketika bahan bakar yang disuntikkan berada di paruh kedua siklus, sebagian bahan bakar akan terbakar jika piston terlalu jauh melewati titik mati atas (TDC). Dalam hal ini, mesin tidak akan menghasilkan tenaga yang maksimal, knalpot akan mengeluarkan asap, dan konsumsi bahan bakar akan terbuang percuma. Jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam ruang bakar per satuan waktu atau derajat perjalanan engkol. Jika kecepatan injeksi terlalu cepat, sejumlah bahan bakar akan disuntikkan dalam waktu singkat atau dengan jumlah start yang sedikit. Jika Anda ingin menurunkan kecepatan injeksi, Anda perlu menggunakan nozzle dengan lubang kecil untuk meningkatkan waktu injeksi bahan bakar. Tingkat injeksi mempengaruhi kinerja mesin dan waktu. Jika kecepatan injeksi terlalu cepat, hasilnya akan sama dengan injeksi pertama. Jika laju injeksi terlalu rendah, hasilnya akan menjadi injeksi yang sangat lambat.

### 3. Pengabutan yang baik dari bahan bakar

Atomisasi arus bahan bakar dalam semprotan harus disesuaikan dengan jenis ruang bakar. Beberapa pembakar membutuhkan kabut yang sangat halus sementara yang lain bekerja dengan kabut yang lebih tebal. Penyemprotan yang baik memudahkan untuk mengontrol pembakaran dan memastikan bahwa setiap potongan bahan bakar diisi dengan partikel oksigen campuran.

### 4. Distribusi

Distribusi bahan bakar harus sedemikian rupa, sehingga bahan bakar akan menyusup ke seluruh bagian ruang bakar yang berisi oksigen untuk pembakaran. Kalau bahan bakar tidak didistribusikan dengan baik, maka sebagian dari oksigen yang tersedia tidak akan dimanfaatkan dan dikeluarkan, sehingga daya mesin akan rendah.

#### **F. Terjadinya Pembakaran Di dalam Silinder**

Menurut Van Maanen (1990), Bahan bakar mesin diesel harus dicampur dengan cepat dengan udara bertekanan tinggi sebelum pembakaran. Campuran yang terbentuk menyala karena suhu pelepasan yang tinggi (sama dengan  $900^{\circ}\text{K}$  atau  $627^{\circ}\text{C}$ ). Pembakaran terjadi di mesin utama menggunakan bahan bakar minyak, yang disemprotkan ke dalam silinder dalam bentuk kabut dan bercampur dengan udara panas. Dalam hal ini, laju pembakaran tergantung pada kualitas campuran udara-bahan bakar. Oleh karena itu, bahan bakar harus dihaluskan untuk reaksi pembakaran yang cepat. Prinsip kabut adalah mendorong bahan bakar ke dalam nosel. Semakin baik atomisasi bahan bakar, semakin sempurna pembakaran. Selain temperatur yang tinggi, ruang bakar juga menghasilkan tekanan yang maksimal. Oleh karena itu, jika campuran udara-bahan bakar tidak seimbang, silinder juga akan kelebihan beban secara mekanis dan proses pembakaran tidak akan dilakukan sepenuhnya. Dengan bantuan pompa bertekanan tinggi, bahan bakar dipompa pada waktu yang tepat ke katup bahan bakar yang dilengkapi dengan alat penyemprot. Pada awal langkah tekanan, bahan bakar bertekanan tinggi di dalam silinder pompa dan di saluran penghubung antara pompa dan alat penyemprot dikompresi ke tekanan injeksi yang diperlukan, dikabutkan dan disemprotkan. Ada waktu percepatan antara langkah tekanan pompa dan awal injeksi, yang disebut sebagai akselerator injeksi. lamanya penundaan tergantung pada desain pompa

dan jumlah bahan bakar. Setelah partikel bahan bakar pertama masuk ke dalam silinder, proses kimia penyalaan dan pembakaran berlangsung.

Menurut Maleev (1991), jika tekanan pengapian di dalam silinder rendah dan suhu gas buang tinggi, maka ini disebabkan karena pengaturan waktu injeksi yang terlambat dan nozzle injektor yang kotor atau bocor serta tekanan balik yang tinggi.

Menurut Van Maanen (1990), Secara teoritis, sekitar 14,0 hingga 14,5 kg udara dibutuhkan untuk membakar 1 kg minyak tanah. Namun, dalam hal ini, karena waktu yang dibutuhkan singkat, beberapa partikel oksigen yang bercampur dengan nitrogen dan produk pembakaran tidak dapat ikut serta dalam proses pembakaran. Beberapa busa karbon monoksida atau partikel karbon tetap tidak terbakar. Oleh karena itu, udara berlebih harus ada di dalam silinder untuk memastikan pembakaran yang sempurna dan mencegah hilangnya panas akibat pembakaran karbon monoksida. Rasio berat udara yang ada dengan berat bahan bakar yang disuntikkan selama setiap langkah daya disebut rasio udara-bahan bakar. Perbandingan ini merupakan faktor yang sangat penting dalam pengoperasian mesin pembakaran dalam. Dengan bertambahnya beban, lebih banyak bahan bakar yang diinjeksikan, tetapi jumlah udara di dalam silinder tetap hampir konstan, sehingga rasio bahan bakar menurun. Bahkan dengan beban mesin penuh, kandungan bahan bakarnya lebih dari 14,5 kg dan 25-30%. Oleh karena itu, harus ada kelebihan udara dengan baik melebihi jumlah minimum yang dibutuhkan untuk pembakaran sempurna di dalam silinder. Agar bahan bakar dapat mengisi silinder dengan cepat, diperlukan mekanisme yang sangat presisi dan handal. Mekanisme ini biasanya terdiri dari pompa bahan bakar tekanan tinggi yang digerakkan oleh cam yang terletak di camshaft

dari saluran bahan bakar bertekanan tinggi dan katup bahan bakar dengan alat penyemprot yang terletak di kepala silinder.

Menurut Van Maanen (1990), tugas pompa bahan bakar adalah :

1. Dengan cepat meningkatkan bahan bakar hingga tanpa menimbulkan kebocoran.
2. Menekan bahan bakar dengan jumlah tepat ke pengabut jumlah tersebut harus diatur secara kontinu dari 0 hingga maksimal.
3. Penyerahan bahan bakar harus dapat dilaksanakan pada saat yang tepat dan dapat dilaksanakan pada jangka waktu yang diinginkan.

Untuk pengabutan yang baik dari bahan bakar diperlukan kecepatan penyemprotan tinggi. Hal tersebut dicapai dengan tekanan pengabutan tinggi (hingga 1000 bar).

Menurut Van Maanen (1990), Jika viskositas bahan bakar terlalu tinggi, Anda dapat meningkatkan tekanan injeksi tanpa menggunakannya. Viskositas bahan bakar suling (minyak diesel) sangat rendah pada suhu lingkungan normal dan bahan bakar berat perlu dipanaskan untuk mencapai viskositas semprotan yang dibutuhkan 15-25 mm<sup>2</sup>/s. Untuk bahan bakar yang lebih berat pada 500 °C (viskositas 350-580 mm<sup>2</sup>/s), suhu pemanasan hingga 1350 °C, suhu yang lebih tinggi tidak diinginkan. Pompa bahan bakar yang digerakkan oleh cam selalu digunakan karena waktu penyemprotan yang singkat yang dinyatakan dalam sudut poros engkol (hingga 250 °). Konstruksi pompa terakhir tergantung pada metode penyesuaian daya yang dipilih. Perbedaan dibuat di sini:

1. Pompa dengan pengaturan katup.
2. Pompa dengan pengaturan plunyer.

Bahan bakar yang disalurkan oleh pompa bahan bakar dengan jumlah dan pada saat tepat harus dimasukkan ke dalam silinder melalui sebuah atau lebih pengabut.

Bila konstruksi dari tutup silinder dimungkinkan, maka katup bahan bakar ditempatkan di tengah-tengah tutup (pada penyemprotan langsung dari bahan bakar dalam ruang pembakaran utama). Tempat tersebut merupakan tempat terbaik untuk membagi dengan rata bahan bakar yang telah dikabut. Pembagian tersebut sangat penting pada motor putaran rendah dengan gerakan udara relatif kecil.

Pada motor yang dilengkapi dengan sebuah katup buang tunggal, dipasang pembukaan ulang dari jarum pengabut, sehingga akibat gelombang tekanan balik dari pompa tidak dimungkinkan lagi.

Menurut Van Maanen (1990), suatu kerugian dari metode tersebut adalah bahwa pada hasil pompa yang sedikit, jadi pada beban motor rendah tekanan penyemprotan maksimal berkurang dengan cepat, tekanan sisa akan berada di bawah tekanan gas/uap dari bahan bakar. Akibatnya pembentukan kavitas (pembentukan gelombang gas) di dalam saluran bahan bakar, hal tersebut akan mengakibatkan kelambatan penyemprotan yang besar dalam langkah tekanan pompa yang berikutnya. Bahan bakar yang diterima di atas kapal pada umumnya banyak mengandung kotoran berupa zat padat dan zat cair. Hal ini disebabkan oleh banyaknya proses yang ditempuh oleh bahan bakar dari awal pelaksanaan bunker sampai bahan bakar siap dipergunakan. Dengan kenyataan inilah yang menyebabkan pembakaran tidak baik walaupun melalui saringan bahan bakar sebelum masuk ke dalam pompa bahan bakar ke injektor untuk dikabut. Jika tanpa pembersih bahan bakar yang kotor akan mengakibatkan rusaknya alat pengabut (injektor)

terutama dari nozzle dan alat lainnya, karena bahan bakar pada umumnya mempunyai kualifikasi sebagai berikut :

1. Titik nyala (*flash point*)

Titik nyala kadang-kadang bingung dengan suhu autoignition, suhu yang menyebabkan pengapian spontan. Titik api adalah suhu terendah dimana uap terus menyala setelah sumber api dilepas. Ini lebih tinggi dari pada titik nyala, karena pada titik nyala lebih banyak uap mungkin tidak diproduksi cukup cepat untuk mempertahankan pembakaran.

2. Nilai kekentalan ( viskositas)

Berdasarkan viskositas atau kekentalan yang dinyatakan dalam nomor SAE ( society of Automotive Engineer ). Angka SAE yang lebih besar menunjukkan minyak pelumas yang lebih kental

- a) Oil monograde, yaitu oil yang indeks kekentalannya dinyatakan hanya satu angka
- b) Oil multigrade, yaitu oil yang indeks kekentalannya dinyatakan dalam lebih dari satu angka

3. Spesifik gravity

Specific gravity diesel fuel adalah berat fuel dengan jumlah tertentu dibandingkan dengan berat air dengan jumlah dan temperature yang sama. Specific gravity dapat diukur menggunakan fuel hydrometer . pembacaan pada hydrometer menggunakan skala American Petroleum Institut (API)

### **G. Persyaratan Untuk Menghasilkan Pembakaran Yang Sempurna**

Menurut Romzana (2000), untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna atau pembakaran yang baik, maka jumlah bahan bakar harus sebanding dengan udara yang masuk ke dalam ruang pembakaran.

Syarat tersebut bisa dipenuhi apabila :

1. Bahan bakar harus bersih dari kotoran padat maupun cair.
2. Suhu bahan bakar tepat pada ketentuan tertentu.
3. Kecepatan keluar bahan bakar dari pengabut cukup tinggi sehingga dapat menembus udara sekelilingnya dan bersinggungan sebaik-baiknya dengan zat asam.
4. Udara pembakar mempunyai kecepatan sedemikian rupa dengan gerakan seperti ulir sehingga dapat bercampur dengan tiap tetes minyak.

Menurut Romzana (2000), pembakaran berlangsung pada saat torak berada pada titik mati atas (TMA), maka bahan bakar harus disemprotkan sebelum torak atau engkol kedudukan di titik mati atas (TMA). Jadi dalam praktek proses pembakaran tidak selalu sesuai perhitungan teoritis apalagi dalam proses diesel kecepatan penyalaan tergantung beberapa faktor antara lain :

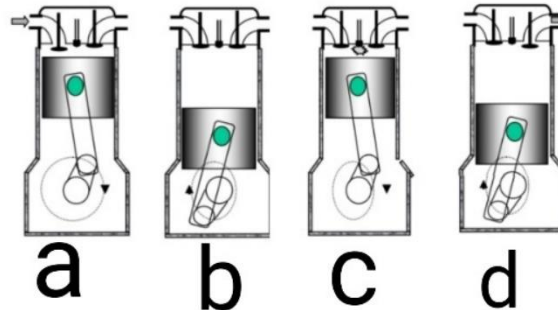
1. Susunan kimia bahan bakar
2. Kelebihan udara
3. Sempurnanya campuran udara dengan bahan bakar
4. Tekanan dan suhu udara pembakaran

Menurut Henshall dan Jackson (1978), proses pembakaran akan menjadi efisien tetapi tekanan maksimum akan bertambah dan nilainya juga akan naik, jika titik injeksi mencapai tekanan maksimum, maka tekanan akan bertambah dan nilainya juga akan naik.

Prinsip kerja mesin diesel 4 Tak dan 2 Tak :

1. Prinsip kerja mesin diesel 4 Tak

Gambar 2. 3 Prinsip Kerja Mesin *Diesel* 4 Tak



Sumber : Teori Dasar Motor *Diesel*, 2015

4 kali langkah torak, 2 kali putaran poros engkol, menghasilkan 1 usaha.

a) langkah isap

Prinsip kerja motor diesel 4 langkah yang pertama adalah langkah hisap, yang dimana proses ini akan membuat katup hisap mulai terbuka dengan diikuti piston yang bergerak turun dari Titik Mati Atas (TMA) ke Titik Mati Bawah (TMB). Pada proses ini, udara murni secara otomatis akan masuk ke dalam ruang bakar karena adanya gerakan naik turun dari piston yang membuat ruang di dalam silinder akan vakum dan secara otomatis udara pun akan terhisap dan masuk kedalam.

b) langkah kompresi

Setelah langkah hisap selesai, maka Prinsip Kerja Mesin Diesel 4 langkah Selanjutnya Ini adalah langkah kompresi. Tempat piston bergerak seoptimal mungkin pada saat ini, yaitu dari titik mati bawah (TMB) ke titik mati atas (TDC), pada titik ini hisan dan katup buang masih tertutup, sehingga udara di dalam silinder dikompresi atau dikompresi.



Kompres. Hal ini secara tidak langsung meningkatkan tekanan menjadi 16-20 kg/cm atau 16-20 bar dan menaikkan suhu secara drastis hingga 600 derajat Celcius. Kemudian, sesaat sebelum piston mencapai titik mati atas (TMA), bahan bakar secara otomatis diinjeksikan dari injektor ke ruang bakar, kondisi internal menjadi sangat panas, dan bahan bakar terbakar (self-combustion) secara otomatis.

c) langkah usaha

Kemudian prinsip kerja motor diesel 4 langkah yang selanjutnya adalah langkah usaha, pada proses ini atau pada saat proses pembakaran sedang dan masih berlangsung, katup hisap dan katup buang masih dalam keadaan tertutup. Akibat dari pembakaran yang terjadi tersebut membuat tekanan yang sangat tinggi dan menjadikan piston kembali ke Titik Mati Bawah (TMB) dari Titik Mati Atas (TMA). Dan biasanya proses langkah usaha ini berlangsung hingga katup biang mulai terbuka hingga kurang lebih 25 derajat sudut engkol sebelum piston mulai memasuki Titik Mati Bawah (TMB).

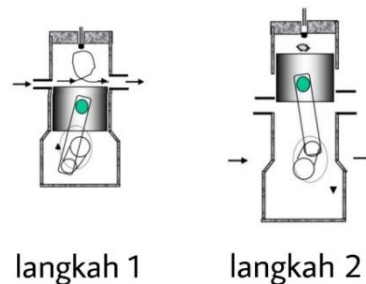
d) langkah buang

Langkah ini akan kembali membalikkan piston dari Titik Mati Bawah (TMB) ke Titik Mati Atas (TMA) yang mana secara otomatis katup buang akan mulai terbuka dan katup hisap akan tertutup. Sementara gas sisa hasil pembakaran akan terdorong keluar melalui manifold yang akan menuju ke knalpot. Dan pada langkah buang ini akan kita jumpai dua katup dalam keadaan terbuka, dan biasanya terjadi pada

saat awal langkah hisap dan akhir langkah buang, dalam dunia otomotif, hal ini di sebut dengan overlapping yang mana bertujuan untuk melakukan pembilasan pada gas buang.

## 2. Prinsip kerja mesin diesel 2 tak

Gambar 2. 4 langkah Kerja Mesin 2(dua) tak



Sumber : Teori Dasar Motor *Diesel*, 2015

Dua kali langkah torak, satu kali putaran poros engkol, menghasilkan satu usaha.

### a) langkah isap dan kompresi.

Ketika piston bergerak dari Titik mati bawah (TMB) ke Titik mati atas (TMA), Ruang yang berada di bawah piston akan menjadi vacuum, akibatnya campuran bahan bakar, udara dan oli terhisap ke dalam ruang tersebut. Sementara pada ruang bagian atas piston terjadi langkah kompresi sehingga temperatur dan tekanan dari campuran udara dan bahan bakar tersebut meningkat. Ketika 5-10 derajat sebelum TMA, Setelah itu Injector menyemprotkan bahan bakar sehingga campuran bahan bakar dan udara yang temperature dan tekanan nya telah meningkat akan menjadi terbakar dan meledak.

### b) langkah Usaha dan Buang

Hasil dari pembakaran tadi membuat piston bergerak ke bawah. Pada saat piston terdorong ke bawah, ruang di bawah piston menjadi mampat. Sehingga campuran udara dan bahan bakar yang berada di ruang bawah piston menjadi terdesak keluar dan naik ke ruang di atas piston melalui saluran bilas. Sementara sisa hasil pembakaran tadi akan terdorong ke luar dari ruang bakar dan keluar menuju saluran buang lalu menuju knalpot. Pada saat campuran bahan bakar dengan udara mendorong gas sisa hasil pembakaran, pasti ada campuran bahan bakar tersebut yang ikut terbawa ke saluran buang.

#### **H. Sistem Pemasukan Bahan Bakar**

Menurut Romzana (2000), pemasukan bahan bakar untuk mesin di kapal hampir selalu menggunakan pompa jenis tekanan tinggi yang bergerak naik turun, ada beberapa macam bentuk sistem pengaturan pemasukannya. Pompa bahan bakar mesin diesel pada umumnya tegak meskipun ada yang ditidurkan tetapi hasilnya kurang menguntungkan. Kebaikan pompa yang berdiri tegak, yaitu pemasukan bahan bakar bisa secara jatuh bebas (*gravity*) dan bila ada udara masuk ke dalam saluran mudah membuangnya. Karena tekanan pompa ini tinggi, salurannya harus dibuat sependek mungkin dengan pengabutnya agar kerugian tekanan sekecil mungkin. Sistem penyaluran bahan bakar ke dalam silinder pada prinsipnya ada dua macam yaitu saluran tunggal dan saluran gabungan (*common rail*), sedangkan pengaturan pemasukan bahan bakar ada 3 macam diantaranya :

1. Sistem A, pengaturan diatur dengan langkah efektif plunyer dengan cara mengubah saat tutup/buka katup isap.

2. Sistem B, pengaturan langkah efektif pompa dengan membuka saluran isap pompa.
3. Sistem C, pengaturan dilakukan secara gabungan dari sistem A dan B di atas dengan menambah alat yang disebut katup aliran kembali.

Dengan menyetel pemasukan bahan bakar oleh langkah efektif plunyer pada setiap silinder maka besarnya daya yang dihasilkan juga akan sama besarnya.

Menurut Karyanto (2000), sistem bahan bakar (*fuel system*) mesin diesel dibuat sedemikian presisi agar dapat menghasilkan kemampuan yang cukup pada waktu tekanan tinggi.

Jika terdapat kotoran kecil atau air masuk ke dalam bahan bakar, maka keawetan pemakaian pompa injeksi dan *nozzle* injeksi yang merupakan bagian terpenting dari mesin diesel akan sangat berkurang. Dengan demikian bahan bakar harus cukup tersaring dan penyaring bahan bakar (*fuel filter*) mempunyai kemampuan yang tinggi, agar tidak terjadi penyumbatan pada *nozzle* injektor.

Tentu saja bahan bakar di dalam tangkipun harus bersih. Bahan bakar di dalam tangki (*fuel tank*) disalurkan keluar oleh pompa penyalur (*feed pump*) melalui saringan-saringan pompa yang terletak tepat di depan pompa penyalur terus ke pompa bahan bakar (*injection pump assembly*) dan water sedimenter terus ke saringan bahan bakar dan masuk ke pompa injeksi untuk disemprotkan ke dalam ruang bakar (*connecting chamber*) melalui *nozzle* injeksi. Bahan bakar disaring oleh saringan dan kandungan air yang terdapat pada bahan bakar dipisahkan oleh *water sedimenter* sebelum dialirkan ke pompa injeksi bahan bakar.

## I. Kondisi Nozzle Injektor

Injektor merupakan suatu komponen yang sangat penting dalam mendukung proses pengabutan bahan bakar di dalam silinder. Untuk itu, kondisi dari *nozzle* injektor harus dijaga supaya tetap bekerja dengan baik, agar kelangsungan dari pengoperasian mesin induk berjalan dengan lancar.

Menurut Maleev (1991), jika lubang ujung *nozzle* bahan bakar tersumbat atau aus pada satu sisi, maka ini akan mengganggu pengabutan yang baik dan pembentukan bahan bakar, serta memungkinkan bahan bakar menabrak permukaan yang relatif dingin. Untuk itu *nozzle* bahan bakar harus dikeluarkan, diuji pada alat pengetes dan *nozzle* bahan bakar dibersihkan atau diganti.

Menurut Van Maanen (1990), bahan bakar harus dibebaskan dari air dan kotoran padat sebelum dibakar dalam motor, sebab kotoran tersebut seringkali sangat agresif yang dapat mengakibatkan gangguan dan kerusakan pada pompa bahan bakar dan pengabut.

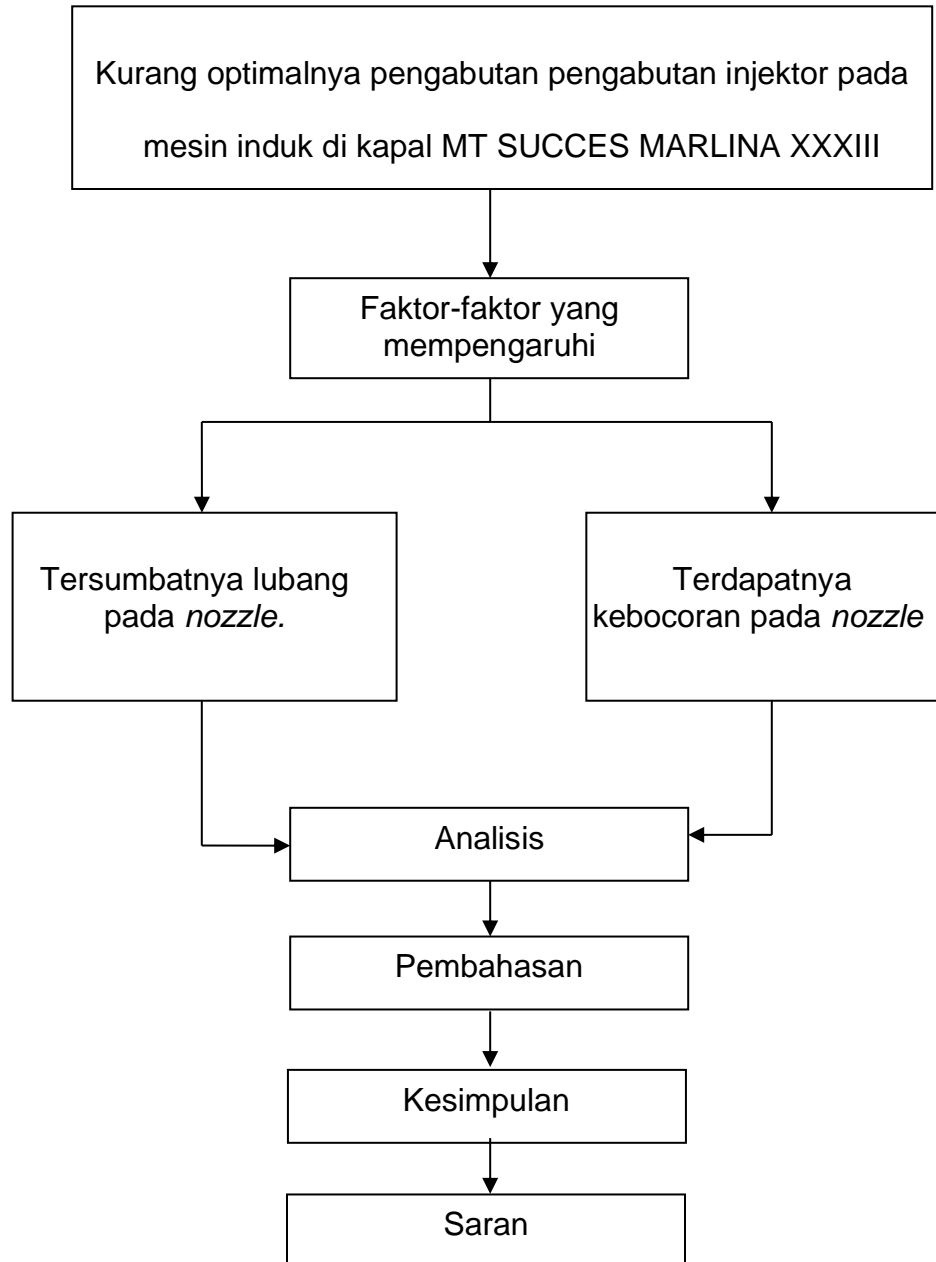
Menurut Karyanto (2000), untuk menyempurnakan hasil penyaringan bahan bakar dari kotoran-kotoran yang nantinya dapat menyumbat lubang-lubang pada *nozzle* injektor, maka dalam sistem penyaringan bahan bakar pada mesin diesel digunakan dua buah saringan yaitu :

1. Saringan pertama (*water separator*) untuk menyaring bahan bakar dan kandungan air yang bercampur dalam bahan bakar.
2. Saringan kedua yang berfungsi untuk menyaring bahan bakar dari pompa penyalur yang masuk ke pompa injeksi.

Menurut Sunaryo dkk (1998), *nozzle* penyemprot mempunyai peranan penting dalam operasi motor diesel. Untuk *nozzle* penyemprot motor diesel penggerak kapal yang mempunyai periode operasi yang sangat panjang dan eksploitasi yang sangat berat, maka *nozzle* penyemprot

memerlukan perawatan dan penyetelan injektor yang kontinyu dan teratur. Hal tersebut harus dilakukan dengan jadwal perawatan yang terencana dengan baik sehingga membantu fungsi saringan bahan bakar.

## J. Kerangka Pikir



## **K. Hipotesis**

Berdasarkan rumusan masalah yang dikemukakan di atas maka dugaan sementara dari permasalahan tersebut adalah :

1. Terjadinya penyumbatan pada lubang nozzle.
2. Menetesnya bahan bakar pada nozzle



## **BAB III**

### **METODE PENEIITIAN**

#### **A. Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian penulis dilaksanakan di kapal. Adapun waktu penelitian direncanakan selama kurang lebih 12 bulan yaitu saat penulis melaksanakan praktek laut.

#### **B. Metode Pengumpulan Data**

Data dan informasi yang diperlukan untuk penulisan skripsi ini dikumpulkan melalui :

1. Metode lapangan (*field research*)

Yaitu penelitian yang dilakukan dengan cara mengadakan peninjauan langsung terhadap objek yang diteliti, data dan informasi dikumpulkan melalui observasi yaitu mengadakan pengamatan secara langsung terhadap objek yang akan dibahas dalam skripsi ini yaitu pada saat melaksanakan praktek laut.

2. Tinjauan Pustaka (*library research*)

Selain penelitian yang dilaksanakan di atas kapal penulis juga melakukan penelitian dengan cara membaca dan mempelajari buku-buku yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas supaya memperoleh landasan teori dalam membahas masalah yang diteliti.

### **C. Jenis Dan Sumber Data**

Sehubungan dengan penelitian ini, maka dibutuhkan sumber data dalam menunjang pembahasan ini adalah :

#### **1. Data primer**

Merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya diamati dan dicatat. Adapun yang akan diamati peneliti pada data primer ini yaitu :

- a) Pengecekan *Injector* pada setiap *cylinder* sebelum dan setelah di perbaiki
- b) Selalu mengikuti manual bok tentang cara memperbaiki *injector*
- c) Mengetahui dampak dari performa *injector*
- d) Cara penggunaan alat *Diesel Injector Tester*

#### **2. Data Sekunder**

Merupakan data pelengkap untuk data primer yang didapat dari berbagai sumber misalnya kepustakaan, buku-buku bahan kuliah dan juga data-data yang bisa Taruna peroleh dari perusahaan serta semua yang berhubungan dengan penelitian ini.

### **D. Metode Analisis**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode analisis deskriptif yang bertujuan untuk penggambaran seluruh fakta yang terjadi di atas kapal dimana kegiatan yang dilakukan dengan memulai langkah mengamati objek yang diteliti dan mencatat data-data yang menunjang sewaktu melaksanakan praktek laut di atas kapal, kemudian menganalisa objek tersebut untuk dipaparkan secara rinci data yang diperoleh dengan

tujuan untuk memberikan informasi mengenai perencanaan terhadap masalah yang timbul berhubungan dengan materi pembahasan skripsi ini.

### E. Jadwal Penelitian

TABEL 3. 1 menguraikan jadwal pelaksanaan penelitian yang akan peneliti laksanakan di atas kapal.

Tahun	Kegiatan	Bulan											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2020	Pengajuan judul proposal				■								
	Bimbingan judul proposal				■	■							
	Seminar judul					■	■						
	Pengambilan data penelitian											■	■
2021	Pengambilan data penelitian	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
	Penyusunan data penelitian											■	
	Bimbingan skripsi											■	
	Seminar hasil												■
	Perbaikan Seminar hasil												■
2022	Seminar tutup	■											

**BAB IV**  
**HASII PENEIITIAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Data Hasil penelitian**

Adapun data-data yang diperoleh penulis mengenai injektor, sehubungan dengan judul yang di angkat sebagai bahan perbandingan yang diambil melalui penelitian semasa melakukan praktek laut di MT.SUCCESS MARIINA XXXIII adalah sebagai berikut:

TABEL 4. 1 spesifikasi injektor

NO.	Data	keterangan
1	Tekanan normal injektor	240 kg/cm <sup>2</sup>
2	Fuel injection pump	Bosch type
3	Fuel injection valve	Bosch type
4	Temperatur gas buang	260-350° C
5	Tipe nozzle	Multiple hole type
6	Cylinder	6

Sumber: *manual instruction book*

## Kondisi injektor yang normal

TABEL 4. 2 Data injektor yang normal setiap silinder pada mesin induk

Cyl no	jam jaga	rpm	tekanan injektor kgf/cm <sup>2</sup>	Temperatur gas buang ° C	kondisi penyemprotan	keterangan
1	04.00-08.00	140	240	300	Dalam Bentuk kabut	layak digunakan
2			240	300	Dalam Bentuk kabut	layak digunakan
3			240	260	Dalam Bentuk kabut	layak digunakan
4			240	310	Dalam Bentuk kabut	layak digunakan
5			240	270	Dalam Bentuk kabut	layak digunakan
6			240	330	Dalam Bentuk kabut	layak digunakan

Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

### 1. Kondisi injektor yang tersumbat

Berdasarkan fakta yang diperoleh penulis pada saat melaksanakan praktek laut di kapal MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, pada tanggal 09 November 2020 dalam perjalanan dari Palembang menuju ke Pelabuhan Tanjung Priok (Jakarta) Jety Pertamina, pada saat itu mesin induk mengalami masalah temperature gas buang pada silinder no 3 meningkat, sehingga pelayaran tertunda dan segera melakukan perbaikan guna menghindari kerusakan fatal.

Peristiwa ini terdeteksi pada saat pengambilan data yang tertera pada parameter mesin induk sebelum melakukan pergantian jaga, seperti ditunjukkan pada Tabel berikut.

TABEL 4. 3 Kondisi Tidak Normalnya Gas Buang Mesin Induk pada 05 november 2020

No	Jam jaga	RPM	Temperatur gas buang (silider)					
			1	2	3	4	5	6
1	12.00- 16.00	140	300	300	250	320	270	320
2	16.00- 20.00	140	300	300	250	320	270	320
3	20.00- 24.00	140	300	300	410	320	280	330

Sumber : *log book* MT. SUCCESS MARIINA XXXIII

Setelah memberhentikan mesin induk dan mencabut injektor pada *cylinder head* maka penulis merangkum kondisi injektor pada mesin induk.

TABEL 4. 4 Kondisi injektor pada silinder no. 3 yang tersumbat

NO.	Data injektor	keterangan
1	Kondisi injector	standart
2	Kondisi nozzle	Tidak normal
3	Tekanan pengabutan	240 kg / cm <sup>2</sup>
4	Temperature gas buang	410° C
5	Penyemprotan	Tidak mengabut
6	Kondisi pembakaran	Tidak sempurna
7	Waktu kejadian	09 November 2020

Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

Setelah melakukan perbaikan dan injektor dalam keadaan normal maka pelayaran menuju tanjung priok di lanjutkan kembali. Maka penulis kembali mengambil data dari pada injektor untuk mengamati perkembangan dari objek penelitian. Hasil data yang didapatkan setelah perbaikan yaitu;

Gambar 4. 1 Terdapatnya tumpukan karbon dari sisa pembakaran motor diesel



Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

TABEL 4. 5 Kondisi injektor setelah dilakukan perbaikan

NO.	Data injektor	keterangan
1	Kondisi injector	standart
2	Kondisi nozzle	normal
3	Tekanan pengabutan	240 kg / cm <sup>2</sup>
4	Temperature gas buang	265° C
5	Penyemprotan	Bentuk kabut
6	Kondisi pembakaran	sempurna
7	Waktu kejadian	09 November 2020

Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

TABEL 4. 6 Temperatur gas buang tiap silinder pada mesin induk setelah dilakukan perbaikan pada tanggal 10 November 2020

No	Jam jaga	RPM	Temperatur gas buang (silinder)					
			1	2	3	4	5	6
1	00.00-04.00	140	290	300	265	310	270	330
2	04.00-08.00	140	300	310	260	310	270	330
3	08.00-12.00	140	300	300	260	310	280	330
4	12.00-16.00	140	300	300	260	320	270	330



5	16.00-20.00	140	300	300	260	320	270	330
6	20.00-24.00	140	300	300	265	320	290	330

Sumber : *log book* MT. SUCCESS MARIINA XXXIII

2. Kondisi injektor yang bahan bakarnya menetes

Berdasarkan fakta yang diperoleh penulis pada saat melaksanakan praktek laut di kapal MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, pada tanggal 11 september 2020 dalam perjalanan dari Palembang menuju ke Pelabuhan Tanjung Priok (Jakarta) Jety Pertamina, pada saat itu mesin induk mengalami masalah kembali, temperature gas buang pada silinder no 2 meningkat, sehingga pelayaran tertunda dan segera melakukan perbaikan guna menghindari kerusakan fatal.

Peristiwa ini terdeteksi pada saat pengambilan data yang tertera pada parameter mesin induk sebelum melakukan pergantian jaga, seperti ditunjukkan pada TABEL berikut

TABEL 4. 7 Temperatur gas buang pada mesin induk

No	Jam jaga	RPM	Temperatur gas buang (silinder)					
			1	2	3	4	5	6
1	00.00-04.00	140	290	300	265	310	270	330
2	04.00-08.00	140	300	350	260	310	270	300

Sumber : *log book* MT. SUCCESS MARIINA XXXIII

TABEL 4. 8 Temperatur gas buang pada mesin induk

No	Jam jaga	RPM	Temperatur gas buang (silider)					
			1	2	3	4	5	6
1	00.00-04.00	140	290	300	265	310	270	330
2	04.00-08.00	140	300	350	260	310	270	300

Sumber : *log book* MT. SUCCESS MARIINA XXXIII

TABEL 4. 9 Kondisi injektor mesin induk pada silinder no.3 yang bahan bakarnya menetes

No	Data injektor	Keterangan
1	Kondisi injector	standart
2	Kondisi nozzle	tidak normal
3	Tekanan pengabutan	200kg / cm <sup>2</sup>
4	Temperature gas buang	300° C
5	Penyemprotan	bentuk kabut
6	Pembakaran	tidak sempurna
7	Waktu kejadian	11 November 2020

Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

Setelah melakukan perbaikan dan injektor dalam keadaan normal maka pelayaran menuju tanjung priok di lanjutkan kembali. Maka penulis kembali mengambil data dari pada injektor untuk

mengamati perkembangan dari objek penelitian. Hasil data yang didapatkan setelah perbaikan yaitu;

TABEL 4. 10 Kondisi injektor setelah dilakukan perbaikan

NO.	Data injektor	keterangan
1	Kondisi injector	standart
2	Kondisi nozzle	normal
3	Tekanan pengabutan	240 kg / cm <sup>2</sup>
4	Temperature gas buang	280° C
5	Penyemprotan	Bentuk kabut
6	Kondisi pembakaran	Tidak sempurna
7	Waktu kejadian	11 November 2020

Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

Gambar 4. 2 Membongkar bagian bagian injektor



Sumber: MT SUCCES MARIINA XXXIII, 2020

TABEL 4. 11 Temperatur gas buang pada mesin induk setelah dilakukan perbaikan pada tanggal 11 November 2020

No	Jam jaga	RPM	Temperatur gas buang (silinder)					
			1	2	3	4	5	6
1	08.00-12.00	140	300	300	250	310	280	330
2	12.00-16.00	140	300	300	250	320	270	320
3	16.00-20.00	140	300	300	250	320	270	320
4	20.00-24.00	140	300	300	240	320	290	300

Sumber : log book MT. SUCCESS MARIINA XXXIII

## B. Analisa

Sesuai dengan pengalaman penulis sewaktu praktek laut (PRAIA) di atas kapal MT.SUCCESS MARIINA XXXIII tentang jenis Injektor yang digunakan pada mesin induk yaitu *Injector Multi Hole* (berlubang banyak) dengan sistem penyemprotan langsung.

Berdasarkan pengamatan penulis, mengungkapkan gangguan dan kerusakan yang terjadi pada Injektor yaitu :

1. Tersumbatnya lubang pada *Nozzle*

Seperti kita ketahui pengabutan pada Injektor sangat penting untuk pembakaran, dengan kurang sempurnanya pengabutan dapat menyebabkan pembakaran di dalam ruang bakar tidak sempurna sehingga daya yang dihasilkan mesin berkurang dan temperatur gas buang tinggi, hal ini disebabkan oleh :

a) Kotornya bahan bakar

Tersumbatnya lubang pada nozzle sangat di pengaruhi oleh bahan bakar yang masuk ke dalam injector. Karena bahan bakar yang tidak bersih atau terdapat kotoran masuk ke dalam injector, maka kotoran tersebut akan menempel di sekitar dinding pada lubang nozzle, dan dalam jangka waktu yang agak lama dengan adanya panas yang di peroleh dari proses pembakaran mengakibatkan terjadinya pembentukan karbon pada dinding lubang nozzle tersebut, yang akhirnya menutup lubang lubang pada nozzle.

b) Terjadinya pembentukan karbon pada ujung nozzle

sistem pembakaran yang tidak sempurna juga menyebabkan terjadinya pembentukan karbon yang menempel pada permukaan ujung *Nozzle* yang berbentuk butiran-butiran karbon dan apabila dibiarkan, karbon-karbon tersebut akan bertambah banyak dan akhirnya akan menyebabkan terhambatnya bahan bakar yang dikabutkan ke dalam ruang bakar.

2. Menetesnya Bahan Bakar pada Nozzle

Akibat dari adanya bahan bakar yang menetes juga dapat menyebabkan terjadinya pembakaran tidak sempurna. Hal itu di sebabkan karena kurangnya suplay bahan bakar ke dalam ruang bakar dalam bentuk kabut. Akan tetapi juga juga memasukkan bahan bakar dalam bentuk tetes. Pemasukan bahan bakar dalam bentuk tetes tidak baik untuk proses pembakaran. Pemasukan bahan bakar dalam bentuk tetes tidak bersamaan dengan bahan bakar yang dikabutkan oleh injector. Selain bisa menyebabkan terjadinya pembakaran susulan, hal tersebut juga dapat menyebabkan perubahan warna pada manipol karena adanya

bahan bakar yang ikut keluar sewaktu exhaust valve terbuka saat terjadi penyetoran yang terbakar pada manifold. Dan juga dapat menyebabkan adanya asap hitam pada cerobong.

Menetesnya bahan bakar pada nozzle dapat disebabkan oleh:

a) Dudukan nozzle pada body tidak rata

Dudukan nozzle yang tidak rata sangat mempengaruhi tetesan bahan bakar pada nozzle. Bahan bakar menetes ketika injector memasukkan bahan bakar ke ruang bakar dengan adanya tekanan, maka tidak semua bahan bakar masuk ke dalam nozzle, tetapi sejumlah bahan bakar keluar melalui dudukan yang tidak rata. Bahan bakar yang berada diluar nozzle akan terus bertambah dengan tekanan dan akhirnya keluar melalui penutup kepala nozzle dan menetes melalui ujung nozzle

3. Tersumbatnya lubang Nozzle

Pemeriksaan dan pengecekan serta perawatan harus dilakukan dengan penuh ketelitian serta menjaga kebersihan bagian-bagian dari injector (nozzle khususnya) yang hendak diperbaiki, tidak boleh berserakan melainkan diletakkan pada tempat tertentu dan dalam posisi yang aman. Komponen-komponen tersebut terlebih dahulu direndam dan dibersihkan dengan minyak.Diesel Oil hingga bersih. Setelah bersih periksa, check dan lakukan perawatan seperlunya.

## C. Pembahasan

1. Penanganan Tersumbatnya lubang *Nozzle* karena Bahan bakar yang Kotor:

Setelah mengetahui keadaan injeksi tidak normal/tersumbat maka dilakukan pembongkaran dan perbaikan dengan cara membongkar, pembersihan serta pengetesan ulang injector yang telah diperbaiki.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk menangani bahan bakar yang menetes pada injektor yaitu ujung nozzle, adalah sebagai berikut:

- a) lakukan pemeriksaan pada lubang *nozzle*, baik lubang pemasukan maupun lubang pengabutan bahan bakar yang terdapat pada *Nozzle* dari sumbatan kotoran dan karbon dari bahan bakar.
- b) Bersihkan lubang nozzle yang tersumbat dengan menggunakan jarum secara perlahan dan hati-hati. Hal itu dimaksudkan agar lubang nozzle tidak rusak dengan terlebih dahulu merendamnya dengan minyak hingga lubang tersebut tembus.
- c) Setelah tembus rendam lagi dengan minyak kemudian semprot dengan udara bertekanan. lakukan hal tersebut secara berulang hingga benar-benar bersih.
- d) lakukan pengetesan dengan terlebih dahulu meratakan dudukannya, kemudian bersihkan lagi dengan minyak terus
- e) semprot dengan udara bertekanan.
- f) Saat melakukan pemasangan *Nozzle* pada dudukannya dengan memperhatikan letak dan posisinya, yaitu harus tepat pada pin yang ada, ikat dengan kencang, siap untuk di test.

- g) lakukan pengetesan sebagaimana prosedur, perhatikan tekanan dan pengabutan yang terjadi pada saat pengetesan. Bila mana pengabutan sudah bagus dan tekanan yang pengabutan tercapai maka injector tersebut sudah layak pakai.

## 2. Penanganan menetesnya bahan bakar lubang pada *Nozzle*

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk menangani bahan bakar yang menetes pada injektor yaitu ujung *nozzle*, adalah sebagai berikut:

- a) Buka atau lepas *nozzle* pada bodynya kemudian lepas spindlenda dari *nozzle* serta pin yang menempel pada body ataupun pada *nozzle*.
- b) Berikan paste pada kedua sisi lalu pertemukan antara kedua sisinya.
- c) Gesekkan dengan arah melingkar di atas body injektor hingga beberapa lama kemudian bersihkan dengan minyak lalu
- d) check permukaan *nozzle*.
- e) lakukan berulang hingga permukaan *nozzle* rata padaudukannya atau pada body injektor, kemudian bersihkan paste yang menempel pada permukaan *nozzle* dan body injektor.
- f) Rakit kembali injektor dan lakukan pengetesan, perhatikan tekanan dan pengabutan pada injektor lalu perhatikan juga bahan bakar apakah masih ada yang menetes atau tidak. Kalau bahan bakar tidak lagi menetes dengan pengabutan yang bagus iserta tekanan yang sesuai, maka injektor tersebut layak untuk dipakai.
- g) Injektor siap untuk dipakai atau dijadikan sebagai spare part.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka penulis menarik kesimpulan yang menyatakan bahwa penyebab terjadinya gangguan dan kerusakan pada injektor sehingga mempengaruhi proses penyemprotan-pengabutan bahan bakar pada injektor dan system pembakaran pada ruang bakar sebuah motor diesel adalah sebagai berikut

1. Tersumbatnya lubang *nozzle*, akibat dari :

a) Bahan bakar yang kotor karena kurangnya pemeliharaan terhadap alat-alat pendukung sistem bahan bakar seperti tangki-tangki dan saringan bahan bakar. Hal ini menyebabkan terjadinya penyempitan lubang pada *nozzle* yang bila mana dibiarkan bisa menyebabkan kebuntuan pada lubang tersebut.

b) Terjadinya pembentukan karbon pada ujung *nozzle*

sistem pembakaran yang tidak sempurna juga menyebabkan terjadinya pembentukan karbon yang menempel pada permukaan ujung *Nozzle* yang berbentuk butiran-butiran karbon dan apabila dibiarkan, karbon-karbon tersebut akan bertambah banyak dan akhirnya akan menyebabkan terhambatnya bahan bakar yang dikabutkan ke dalam ruang bakar.

2. Menetesnya bahan bakar pada ujung *nozzle* akibat dari :

a) Dudukan *nozzle* pada body tidak rata

Dudukan *nozzle* yang tidak rata sangat mempengaruhi metesnya bahan bakar pada *nozzle*. Bahan bakar menetes

ketika injector memasukkan bahan bakar ke ruang bakar dengan adanya tekanan, maka tidak semua bahan bakar masuk ke dalam nozzle, tetapi sejumlah bahan bakar keluar melalui dudukan yang tidak rata. Bahan bakar yang berada diluar nozzle akan terus bertambah dengan tekanan dan akhirnya keluar melalui penutup kepala nozzle dan menetes melalui ujung nozzle

## **B. Saran**

Adapun saran yang dapat penulis kemukakan berdasarkan kesimpulan di atas, sebagai langkah penanganan terhadap penyebab terjadinya gangguan dan kerusakan pada injektor adalah sebagai berikut:

1. Penanganan terhadap tersumbatnya lubang *nozzle* yaitu dengan melakukan pemeriksaan, perawatan secara rutin pada sistem bahan bakar serta perbaikan yang dilakukan harus dengan ketelitian dan menjaga kebersihan bagian-bagian yang dibongkar, tidak boleh berserakan diatas meja kerja melainkan diletakkan pada tempat tertentu yang dianggap layak, dan sebelum dipasang kembali ke bagian-bagiannya sebaiknya bersih, di cuci dan dibilas dengan minyak terlebih dahulu. Pastikan lubang nozzle tidak ada lagi yang tersumbat
2. Penanganan terhadap menetesnya bahan bakar yaitu dengan melakukan perbaikan pada struktur pemasangan komponen pada injector, yakni pada dudukan antara nozzle dengan body injector agar di rapatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

Anonim, ***Manual Instruction Book Kobe Diesel/6UEC45IA***

Henshall. J, 1978 ***Marine Engineering Practice Volume 2***

Karyanto. E, 2000, ***Panduan Reparasi Mesin Diesel***, Penerbit Pedoman  
Ilmu jaya , Jakarta

Maanen. P.V,1990, ***Motor Diesel Kapal /Jilid 1.***

Maleev. V. I,1991, ***Operasi Dan Pemeliharaan mesin Diesel***, Penerbit  
Erlangga, Jakarta

Romzana. R, ***Motor Diesel Program ATT-II.***

Sunaryo, Haryanto, Triyono, 1998, ***Perawatan Dan Perbaikan Motor Diesel  
Penggerak Kapal***, Penerbit departemen Pendidikan dan Kebudayaan

## IAMPIRAN - IAMPIRAN

Lampiran 1 Penulis Memperbaiki injektor



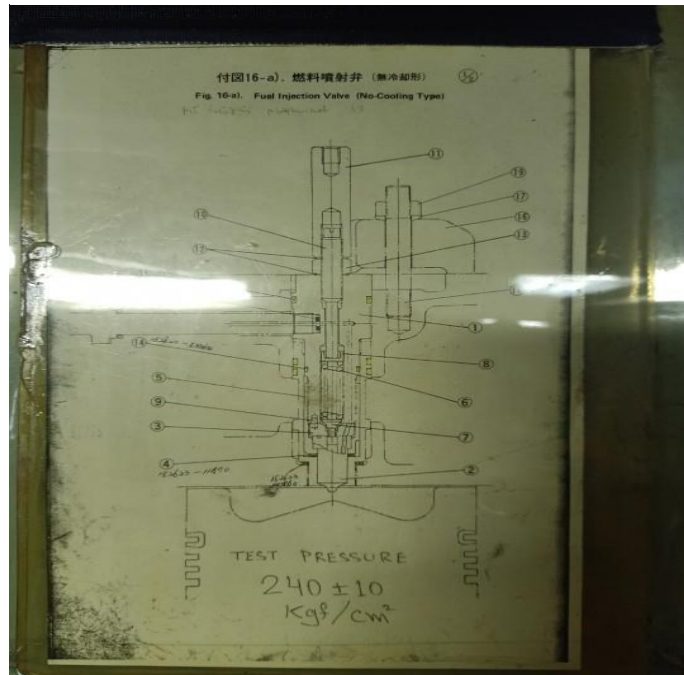
Lampiran 4 Penulis mengetes tekanan injektor



Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

Lampiran 7 Manual book injektor



Sumber : MT. SUCCESS MARIINA XXXIII, 2020

## RIWAYAT HIDUP



**SEPTIAN ADI SAPUTRA**, lahir di PAIOPO, pada tanggal 05 SEPTEMBER 1992 dimana penulis memulai pendidikan pada tingkat Sekolah Dasar 527 SAWERIGADING PAIOPO pada tahun 1999 dan lulus pada tahun 2005, kemudian penulis melanjutkan pendidikan pertama di SMP FRATER DISAMAKAN PAIOPO pada tahun 2005 dan lulus pada tahun 2008, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMK NEGERI 2 PAIOPO pada tahun 2008 dan lulus pada tahun 2011. Setelah lulus pada tahun 2015 penulis memilih mengikuti diklat di Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar karena penulis menganggap masa depan yang cerah dapat diraih melalui profesi sebagai pelaut . Kemudian penulis melakukan praktek laut (prala) di PT.VEKTOR MITRA MARITIM(SOECHI IINES) ,tepatnya di atas kapal MT.SUCCESS MARIINA XXXIII selama 10 bulan, setelah itu penulis kembali ke kampus PIP Makassar untuk melanjutkan pendidikan pada tahun 2021 dan selesai pendidikan tahun 2022.